COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1858.

PRÉSIDENCE DE M. DESPRETZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Communication faite par **M. Biot.**

« Je me trouve aujourd'hui honoré d'une commission, dont le résultat sera aussi agréable à l'Académie, qu'il sera profitable aux intérêts scientifiques. M. et Mme Le Dien, le gendre et la fille de Mme de Corancez, nièce et unique héritière de M. de Prony, m'ont chargé d'offrir en leur nom, à l'Institut, pour être déposé dans sa Bibliothèque, un exemplaire manuscrit des grandes Tables logarithmiques et trigonométriques, qui, vers la fin du siècle dernier, ont été calculées au bureau du cadastre, sous la direction de notre savant Confrère. Cet exemplaire avait été laissé à Prony à titre de Minute. Il mettait à sa conservation un prix inestimable, et il l'avait instamment recommandée à sa famille, qui s'est acquittée de ce devoir avec un soin religieux. Malgré le profond intérêt de souvenir que Mme de Corancez attachait à cette œuvre importante de son oncle, elle n'en avait jamais regardé la possession que comme un dépôt, dont elle devait compte à la science et à une mémoire vénérée. M. et Mme Le Dien, héritiers de ses biens et de ses sentiments, croient ne pouvoir mieux remplir ses intentions généreuses, qu'en remettant cette précieuse collection à la Bibliothèque de l'Institut, où elle se trouvera honorablement placée, comme monument scientifique du

XVIIIe siècle. Cela aura le double avantage d'assurer sa conservation aussi bien qu'il est humainement possible de le faire, et d'en permettre le libre accès aux Membres de l'Académie, ainsi qu'aux personnes studieuses, admises dans notre Bibliothèque, qui auraient besoin d'y recourir. »

« M. **Élie de Beaumont**, en partageant la reconnaissance si bien exprimée par M. Biot pour le don précieux que reçoit par ses mains la Bibliothèque de l'Institut, exprime l'opinion que le meilleur moyen d'assurer la conservation du gigantesque travail exécuté sous la direction de M. de Prony serait de faire imprimer ces Tables monumentales. »

« A la suite de la communication de M. Biot, **M. Le Verrier** dit qu'on doit se féliciter que la conservation du second exemplaire des Tables de Prony se trouve assurée par la détermination éminemment scientifique que viennent de prendre M. et Mme Le Dien.

» Depuis près d'une année M. Lefort s'est livré, sur l'exemplaire déposé à l'Observatoire, à un travail important de recherches et de vérifications. Plusieurs points de l'historique de la construction des grandes Tables de logarithmes, points bien connus sans doute à l'origine, mais oubliés depuis lors, avaient besoin d'être rétablis d'une manière nette et précise. C'est ce qu'a voulu faire M. Lefort, soit par l'étude de l'introduction jointe aux Tables, soit par l'étude des Tables en elles-mêmes, soit enfin par leur comparaison avec les Tables plus anciennes.

» Les manuscrits que nous possédons nous représentent-ils les calculs originaux eux-mêmes, ou bien ne seraient-ils qu'une copie de feuilles détachées, et déposées, depuis lors, nous ne savons où? La comparaison de l'exemplaire de l'Observatoire avec celui de l'Institut jettera, sans aucun doute, une grande lumière sur cette question. Selon que quelques fautes reconnues par M. Lefort dans le premier exemplaire se retrouveront ou non dans le second, on pourra sans doute se prononcer sur l'indépendance ou sur la connexité des deux textes.

» Il appartient du reste à M. Lefort de communiquer à l'Académie le résultat de ses recherches, devoir qu'il remplira certainement. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Nouvelle théorie du mouvement de la lune; par* **M. Delaunay**.

« J'ai l'honneur de faire part à l'Académie de l'achèvement des calculs que j'ai entrepris il y a plus de onze ans, pour effectuer une nouvelle dé-

termination analytique des inégalités du mouvement de la lune dues à l'action perturbatrice du soleil.

» On sait quel est l'intérêt qui s'attache à la connaissance exacte du mouvement de la lune sur la voûte céleste. La rapidité avec laquelle ce mouvement s'effectue à travers les constellations zodiacales a depuis longtemps suggéré l'heureuse idée de s'en servir pour la détermination des longitudes en mer. Un marin qui veut trouver la longitude du point où est situé son navire sur l'Océan, a besoin pour cela de connaître deux choses, savoir : 1° l'heure qu'il est, à un certain instant, au lieu où il est placé ; 2° l'heure qu'il est, au même instant, dans le lieu à partir duquel se comptent les longitudes, à Paris par exemple. La première de ces deux heures s'obtient par des observations astronomiques spéciales auxquelles nous n'avons pas à nous arrêter. Quant à la seconde, elle est indiquée par la position que la lune occupe dans le ciel par rapport aux divers astres qui sont dans son voisinage. On peut assimiler la sphère étoilée à un immense cadran placé dans le ciel, et destiné à faire connaître l'heure de Paris aux marins disséminés sur toute l'étendue des mers : la lune y joue le rôle d'aiguille indicatrice. Mais il faut que les marins sachent lire, sur ce cadran gigantesque, l'heure que la lune y marque à chaque instant. C'est pour remplir cet objet que le Bureau des Longitudes publie plusieurs années à l'avance, dans la *Connaissance des Temps*, une *Table des distances lunaires*, à l'aide de laquelle, connaissant la distance de la lune à un des astres voisins, on peut trouver tout de suite l'heure qu'il était à Paris à l'instant où cette distance a été mesurée. Mais pour calculer la Table des distances lunaires, il faut connaître le mouvement de la lune : l'exactitude de la détermination des longitudes dépend donc essentiellement de la précision avec laquelle on connaît les lois de ce mouvement.

» L'importance de cette belle application de la science explique suffisamment les efforts qui ont été faits successivement pour perfectionner la théorie du mouvement de la lune. Mais la question est d'une telle difficulté, que, malgré le concours des plus grands géomètres, on n'a marché que très-lentement vers la solution qu'on avait en vue. Newton, dans son livre des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, s'était contenté de rattacher le mouvement de la lune à sa grande loi de la gravitation universelle, en montrant par quelques exemples que les principales inégalités de la lune indiquées par l'observation sont dues à l'action perturbatrice du soleil. Bientôt, et à peu près en même temps, Clairaut, d'Alembert, Euler établissent les équations différentielles du mouvement de la lune sous les actions

combinées de la terre et du soleil ; et par l'intégration approximative de ces équations, non-seulement ils confirment les idées de Newton en expliquant toutes les inégalités découvertes antérieurement par l'observation, mais encore ils fournissent une connaissance plus exacte du mouvement de la lune en dévoilant plusieurs inégalités que l'observation n'avait pas pu manifester. Plus tard Laplace fait faire un nouveau pas à la théorie de la lune, en poussant plus loin les approximations, et surtout en découvrant les causes de certaines inégalités dont les astronomes avaient récemment constaté l'existence, et qu'il semblait difficile d'expliquer par l'attraction newtonienne.

» Malgré tous ces travaux remarquables, les Tables de la lune n'avaient pu encore être entièrement déduites de la théorie ; on avait dû déterminer d'après l'observation la plupart des coefficients des inégalités lunaires dont la théorie avait démontré l'existence. C'est ce qui décida l'Académie des Sciences, sur la demande de Laplace, à proposer, comme sujet de prix à décerner en 1820, la formation, par la seule théorie, de Tables lunaires aussi exactes que celles qui avaient été construites par le concours de la théorie et des observations. Le prix fut partagé entre Damoiseau d'une part, et MM. Plana et Carlini d'une autre part. Le Mémoire de Damoiseau, qui a été inséré dans le tome III du *Recueil des Savants étrangers,* était accompagné de Tables lunaires qu'on a reconnues au moins aussi exactes que les meilleures de celles qui avaient été employées jusque-là. Celui de MM. Plana et Carlini n'a pas été imprimé ; mais il a servi de point de départ à un travail bien plus étendu, publié en 1832 par M. Plana seul.

» A partir de là, les recherches sur la théorie de la lune entrèrent dans une phase nouvelle. Il semblait difficile de pousser les approximations plus loin que ne l'avaient fait MM. Damoiseau et Plana dans le calcul des inégalités lunaires. Mais la marche qu'ils avaient suivie l'un et l'autre, d'après la *Mécanique céleste* de Laplace, n'est pas celle qui, en dernière analyse, paraît la plus naturelle. Cette marche, qui n'est autre que celle de Clairaut, consiste à exprimer tout d'abord le temps ainsi que la latitude et le rayon vecteur de la lune en fonction de sa longitude vraie prise pour variable indépendante; puis à en déduire l'expression de la longitude vraie, de la latitude et du rayon vecteur en fonction du temps. Il semble beaucoup plus convenable de faire pour la lune ce qu'on fait pour les planètes, c'est-à-dire de chercher directement à exprimer les trois coordonnées de la lune en fonction du temps. C'est ce que proposèrent successivement M. Lubbock en 1832, Poisson en 1833, et M. Hansen en 1838.

Chacun de ces trois géomètres fit connaître une méthode particulière destinée à attaquer ainsi directement le problème du mouvement de la lune. M. Hansen est le seul des trois qui ait fait depuis une application complète de sa méthode; il a effectué le calcul des inégalités lunaires, en poussant les approximations assez loin pour être certain de ne négliger que des quantités réellement négligeables; et il en a déduit des Tables de la lune qui ont été publiées récemment aux frais du Gouvernement d'Angleterre.

» Tel était l'état de la question, lorsque, en 1846, j'essayai d'apporter encore quelque amélioration à la théorie de la lune. Le changement capital introduit dans cette théorie par MM. Lubbock, Poisson et Hansen, porte uniquement sur les équations différentielles du mouvement de la lune, dans lesquelles ils adoptent pour variable indépendante le temps, au lieu de la longitude vraie de la lune. Mais, une fois les équations différentielles obtenues, ils en effectuent l'intégration de la même manière que leurs devanciers; c'est-à-dire que, dans une première approximation, ils déterminent les inégalités qui sont du premier ordre par rapport à la force perturbatrice du soleil, dans une deuxième approximation ils cherchent celles qui sont du second ordre par rapport à cette force perturbatrice, et ainsi de suite. C'est ce mode d'intégration que je cherchai à remplacer par un autre qui permît de pousser les approximations plus loin qu'on n'avait pu le faire jusque-là.

» Si l'on réfléchit à la manière dont s'effectue l'intégration des équations différentielles par approximations successives, on reconnaît sans peine que les calculs se compliquent de plus en plus, et avec une grande rapidité, à mesure que l'on arrive à une approximation d'un ordre plus élevé. En négligeant d'abord complétement l'action perturbatrice du soleil, on trouve sans difficulté que la lune se meut autour de la terre conformément aux lois du mouvement elliptique. Les valeurs des coordonnées de la lune, dans ce mouvement elliptique, servent à effectuer une évaluation approchée des termes qui, dans les équations différentielles, représentent l'action perturbatrice précédemment négligée : dès lors on est en mesure de faire une première approximation du calcul des inégalités que cette action détermine dans le mouvement de la lune. Pour passer à une seconde approximation, on recommence l'évaluation des termes dus à l'action perturbatrice du soleil, en employant, non plus simplement les valeurs elliptiques des coordonnées de la lune, mais ces valeurs modifiées par la première approximation. De même les nouvelles valeurs que cette seconde approximation fournit pour les coordonnées de la lune servent à calculer les termes dus à

l'action perturbatrice du soleil plus exactement qu'on n'avait pu le faire jusque-là, d'où résulte une troisième approximation des inégalités de la lune; et ainsi de suite. On comprend aisément par là comment, à chaque nouvelle approximation, les inégalités précédemment obtenues se combinent les unes avec les autres pour produire d'autres inégalités; et comment ces combinaisons conduisent bientôt à des calculs vraiment inextricables, ce qui empêche de pousser les approximations aussi loin qu'on le désirerait, sans cesser de conserver une entière sécurité sur l'exactitude des résultats obtenus.

» Cette méthode d'intégration est suffisante pour les théories du soleil et des planètes, où la première approximation donne presque tout ce que l'on cherche, et où l'on n'a besoin de recourir aux approximations suivantes que pour un petit nombre d'inégalités spéciales ; mais il n'en est pas ainsi dans la théorie de la lune, où, en raison de la grandeur de la force perturbatrice dont on veut calculer les effets, il est nécessaire d'effectuer complétement au moins quatre ou cinq des approximations qui viennent d'être indiquées, et où l'on doit d'ailleurs aller plus loin encore pour le calcul de quelques-unes des inégalités de la lune. Aussi n'y a-t-il pas lieu d'être surpris de ce que, malgré tous les soins apportés par MM. Plana et Hansen dans leurs calculs, les coefficients qu'ils ont obtenus pour les inégalités de la lune présentent des différences dont l'ensemble forme un total de plus de 50 secondes.

» Pour vaincre la difficulté que présente l'intégration des équations différentielles du mouvement de la lune, je cherchai à l'attaquer par petites portions, et à remplacer ces quelques approximations successives qui se présentent avec un caractère de si grande complication, par un nombre beaucoup plus grand d'opérations distinctes dont chacune fût au contraire très-simple et pût être effectuée avec toute l'exactitude désirable sans que l'esprit cessât de pouvoir en embrasser très-facilement l'ensemble. Je fus assez heureux pour réussir, et je présentai à l'Académie, dans la séance du 16 novembre 1846, la méthode que j'avais imaginée pour atteindre ce but (1). Encouragé par le Rapport favorable dont cette méthode fut bientôt l'objet de la part de mon illustre et vénéré maître M. Liouville (séance du 4 janvier 1847), je me mis résolûment à en faire l'application au calcul complet des inégalités lunaires, avec l'intention de pousser les approximations plus loin qu'on ne l'avait fait jusque-là. Pendant l'exécution de cette

(1) Une première ébauche de cette méthode avait déjà été présentée à l'Académie dans sa séance du 5 janvier précédent.

entreprise considérable, j'ai rencontré des entraves de plus d'un genre qui en ont momentanément retardé l'achèvement; mais je n'ai pas perdu courage, et je suis heureux de pouvoir venir annoncer aujourd'hui à l'Académie que mon travail est terminé.

» Je vais rappeler en quelques mots en quoi consiste la méthode que j'ai suivie. D'après le beau Mémoire de Poisson de 1833, j'ai pris pour point de départ les équations différentielles fournies par la théorie de la variation des constantes arbitraires, et j'ai adopté un système d'éléments elliptiques tel que ces équations aient la forme la plus simple dont elles soient susceptibles. La *fonction perturbatrice*, dont les dérivées partielles, relatives aux éléments elliptiques, fournissent précisément les valeurs des dérivées de ces mêmes éléments par rapport au temps, peut être facilement développée en une série de termes périodiques. Si l'on n'y prenait garde, l'introduction de cette série périodique dans les équations différentielles serait accompagnée d'un grave inconvénient : le temps sortirait des signes sinus ou cosinus, ce qui gênerait considérablement l'emploi de ces équations différentielles pour la détermination des inégalités lunaires. Je fais disparaître cet inconvénient par un moyen très-simple, qui diffère essentiellement de ceux employés jusque-là pour atteindre le même but, et qui a le grand avantage de laisser aux équations différentielles la forme qu'elles avaient d'abord. Il résulte de là que le temps n'entre plus explicitement dans la fonction perturbatrice qu'autant qu'il y est introduit par les valeurs des coordonnées du soleil, et qu'en outre cette fonction renferme un terme non périodique indépendant de l'action perturbatrice de cet astre.

» Cela étant fait, je supprime de la fonction perturbatrice la totalité des termes périodiques qu'elle renferme, à l'exception d'un seul que je choisis parmi ceux qui ont le plus d'influence pour produire des inégalités. En introduisant cette fonction ainsi simplifiée dans les équations différentielles, je trouve qu'elles s'intègrent complétement. Alors je profite de cette intégration pour en déduire des formules destinées à remplacer les six variables que j'avais par six autres de même nature. Ces formules de transformation s'obtiennent par une suite de déductions analytiques, dans le détail desquelles il m'est impossible d'entrer. Lorsque, par leur emploi, les nouvelles variables sont substituées aux anciennes dans la fonction perturbatrice et dans les expressions des coordonnées de la lune, il en résulte que : 1° un des termes importants de la fonction perturbatrice disparaît (c'est le terme périodique que l'on avait conservé seul tout d'abord); 2° diverses inégalités correspondant à ce terme s'introduisent dans les valeurs des trois

coordonnées de la lune. De plus les valeurs des six nouvelles variables en fonction du temps sont déterminées par des équations différentielles exactement de même forme que celles qui déterminaient les valeurs des six variables auxquelles elles ont été substituées.

» Dès lors, l'intégration des équations différentielles étant ramenée au même point que précédemment, sauf la disparition d'un terme périodique dans la fonction perturbatrice, une nouvelle opération analogue à celle qui vient d'être effectuée, fait de même disparaître un autre terme de cette fonction; un troisième terme peut également lui être enlevé au moyen d'une troisième opération analogue, et ainsi de suite. De telle sorte qu'après que l'on a effectué successivement un nombre convenable d'opérations de ce genre, la fonction perturbatrice peut être débarrassée de ses termes les plus importants, et que la question peut être ainsi rendue assez simple pour pouvoir être traitée de la même manière que s'il s'agissait des perturbations d'une planète ou du soleil.

» Telle est la méthode que j'ai suivie pour faire le calcul des perturbations du mouvement de la lune. Voici maintenant comment j'en ai fait l'application. Comme M. Plana, j'ai cherché les coefficients des inégalités sous leur forme analytique, en les développant suivant les puissances croissantes des petites quantités dont ils dépendent. Dans ces développements, on considère les excentricités des orbites de la lune et du soleil, l'inclinaison de l'orbite de la lune sur l'écliptique, et le rapport des moyens mouvements du soleil et de la lune, comme des quantités du premier ordre de petitesse; le rapport des moyennes distances de la lune et du soleil à la terre est une quantité du second ordre. M. Plana, par des calculs immenses qui lui ont demandé un temps considérable, a déterminé les valeurs des coefficients des inégalités lunaires jusqu'aux termes du cinquième ordre inclusivement; il n'a poussé plus loin le développement des coefficients que pour ceux où la lenteur de la convergence des séries lui a paru nécessiter la considération de quantités d'un ordre supérieur au cinquième. J'ai voulu, moi, aller jusqu'aux termes du septième ordre, sans en omettre aucun, sauf à pousser l'approximation plus loin encore, comme M. Plana, partout où j'en reconnaîtrais la nécessité. Ceux qui ont quelque peu d'habitude des calculs de ce genre comprendront combien j'ai agrandi la tâche en ajoutant deux ordres de plus à ceux que M. Plana a considérés.

» Pour atteindre ce but, j'ai appliqué la méthode indiquée ci-dessus de manière à faire disparaître successivement de la fonction perturbatrice les divers termes périodiques capables d'introduire, dans les valeurs des élé-

ments de la lune, des inégalités d'un ordre inférieur au quatrième. J'ai dû pour cela effectuer cinquante-sept opérations, destinées à enlever de cette fonction un même nombre de termes périodiques. Parmi ces cinquante-sept opérations, j'en pourrais citer un bon nombre qui m'ont demandé chacune plusieurs mois d'un travail assidu. Après les avoir terminées, j'ai pu sans peine et en peu de temps achever le calcul des inégalités lunaires, en déterminant celles que pouvaient encore produire les termes de la fonction perturbatrice qui ne lui avaient pas été enlevés.

» Dans l'accomplissement de cette tâche énorme, pour laquelle je n'ai pu me faire aider par personne, je n'ai négligé aucun des moyens nombreux de vérification que la théorie m'avait indiqués. En outre, j'ai fait tous les calculs deux fois, sans aucune exception, en ayant soin de séparer chaque calcul de sa répétition, par un temps aussi long que possible, et par d'autres calculs tout différents, afin de rompre les habitudes de l'esprit, qui, sans cela, feraient facilement retomber dans une faute commise une première fois. J'ai fait, en un mot, tout ce qui dépendait de moi pour que mon travail se ressentît le moins possible des imperfections qui sont inhérentes aux œuvres de l'homme. Mon plus vif désir, en ce moment, c'est que l'Académie ne le trouve pas trop indigne de la grande confiance qu'elle m'a témoignée en m'en accordant à l'avance la récompense la plus haute à laquelle il soit possible d'aspirer. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un appareil d'incubation artificielle, présenté à l'Académie par* M. **Séguier.**

« Messieurs, l'appareil que j'ai l'honneur de placer sous vos yeux se distingue de tous ceux qui l'ont précédé par ce fait, que les œufs soumis à l'incubation artificielle n'y sont pas tenus dans un milieu chaud, comme dans les fours ou étuves des Égyptiens, ou dans les couches de fumier employées à des époques moins reculées, mais réellement couvés par un organe caléficient; placés comme dans la nature sur des corps mauvais conducteurs du calorique, tels que paille, foin, brindilles de bois, les œufs sont échauffés dans notre couveuse artificielle de haut en bas, par rayonnement à la façon des oiseaux.

» On se fera une idée exacte de notre appareil, si l'on se représente un poêle central, entouré de nombreux nids recouverts chacun d'un sac de caoutchouc mis en relation avec le poêle par deux tuyaux également de caoutchouc.

» L'eau est chauffée dans notre poêle par du charbon de bois; la combustion en est convenablement réglée par le jeu du pyrostat *Sorel;* le liquide circule incessamment du poêle vers le nid, et revient du nid au poêle pour y reprendre la petite quantité de chaleur dépensée à l'incubation : l'effet circulatoire se continue tant qu'il y a du charbon dans l'appareil. La capacité du récipient à charbon a été calculée pour fournir à une durée de combustion d'au moins douze heures, notre poêle étant environné de huit nids contenant chacun vingt-quatre œufs.

» Nous ne saurions rendre assez justice, devant vous, à l'obligeance de M. Sorel; cet ingénieur nous a fourni toutes les indications qu'un long usage de son pyrostat lui avait permis de recueillir. Ces communications gracieuses nous ont permis d'exécuter sans tâtonnement l'appareil que nous avons l'honneur de vous présenter. Nous ne devons pas non plus nous dispenser de payer un tribut à la mémoire de feu *Bonnemain;* le premier, il a reconnu le parti que l'on pouvait tirer de la différence de pesanteur de l'eau à divers degrés de température, pour chauffer au moyen de sa circulation continue. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Troisième Mémoire sur les chaux et ciments hydrauliques et la formation des roches par la voie humide; par* **M. Fréd. Kuhlmann.**

DEUXIÈME PARTIE. (Suite.)

Considérations générales sur la cristallisation.

« Dans la dernière partie de la communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 16 novembre 1857, j'insistais sur l'influence des hautes températures et de la pression dans la formation des roches par la voie humide. Dans la même séance, et après ma lecture, M. Daubrée fit connaître qu'ayant exposé pendant un mois, à une température de 400 degrés, diverses matières minérales en présence de l'eau, il avait pu les obtenir à l'état cristallisé et sous la forme même sous laquelle on les trouve dans la nature. Ces importants résultats confirmaient d'une manière éclatante les idées théoriques que l'examen de plusieurs faits acquis d'ancienne date m'avait suggérées.

» Depuis quelques années, en effet, j'avais observé que dans les chaudières à haute pression (8 ou 10 atmosphères), où je fais dissoudre par des lessives alcalines des rognons de silex pyromaque, certaines réactions donnaient naissance à des produits cristallisés, tandis que les mêmes réac-

tions, à la température ordinaire ou même à 100 degrés, ne produisaient que des masses amorphes.

» Persuadé que des effets plus remarquables encore s'obtiendraient à des températures plus élevées, j'avais tenté d'opérer dans des tubes en fer très-résistants, maintenus à une température approchant du rouge; mais ces essais ne m'avaient donné aucun bon résultat, soit à cause de la difficulté de graduer et de maintenir convenablement la chaleur, soit à cause des réactions auxquelles donne lieu le fer lui-même à une haute température. Je me propose de renouveler ces essais dans des tubes de platine.

» Dans la même partie de la communication que j'ai rappelée plus haut, je m'appliquais surtout à démontrer que la cristallisation des corps déposés à l'état amorphe ou mou était un fait beaucoup plus général qu'on ne l'avait admis jusqu'à ce jour. Pour appuyer cette proposition, j'avais dû signaler la transformation bien connue en masses cristallisées de certains corps solides amorphes ou vitreux. Aux exemples cités j'aurais pu ajouter que des cordes en fil de laiton sont devenues cristallines et cassantes pour avoir servi pendant une année à transmettre le mouvement d'ouverture et de fermeture aux parties supérieures de vitrages d'église; que des tuyaux d'orgue en étain, à Leipzig, ont été modifiés dans leur sonorité par suite d'une disposition cristalline du métal; enfin que cette tendance à la cristallisation est des plus générales dans tous les corps métalliques en vibration continuelle, comme les fils de fer des ponts suspendus, les sommiers et les supports en fonte des établissements qui renferment des métiers en mouvement, les cordes de pianos, les fils des télégraphes électriques et sans doute aussi le laiton qui sert au doublage des navires.

» Relativement à la transformation en masses cristallisées de substances déposées dans un certain état de mollesse, je citerai ce fait remarquable observé par M. Moos, savoir que, dans un amalgame d'or pâteux et homogène, abandonné à lui-même pendant plusieurs années, se sont développés des cristaux métalliques volumineux d'une grande netteté de forme. Enfin, j'ajouterai que dans les stalactites et les stalagmites calcaires que renferment un grand nombre de grottes, on peut observer que souvent tout indice de la superposition des couches a disparu, et que sur une grande épaisseur existent des cristaux rhomboédriques à clivage facile, séparables avec précaution de la masse, et n'accusant plus aucune disposition des dépôts successifs et par couches concentriques qui ont présidé à leur formation première. J'ai observé de semblables phénomènes dans des stalactites de sel gemme de la mine de Villefranque, près Bayonne.

» La formation de ces cristaux volumineux au sein d'une masse qui s'est constituée peu à peu par le dépôt superficiel de couches concentriques, me paraît devoir être attribuée aux mouvements moléculaires qui se sont produits dans la masse, maintenue pendant quelque temps dans un certain état de mollesse. Le repos presque absolu de l'air où se forment ces dépôts, la constance de la température et de l'état hygrométrique, enfin cette inertie moléculaire qui joue un rôle si mystérieux encore dans une foule de phénomènes que l'on pourrait citer, sont autant de causes qui peuvent aider à comprendre la possibilité des transformations que nous admettons ici.

» Du reste, la cristallisation de substances minérales au sein de gangues ou de dépôts pâteux est un fait bien connu et fréquent dans les laboratoires. Sur différents points de la masse se forment des centres d'attraction, où la substance minérale cristallise en grossissant peu à peu par l'absorption de la matière dans un rayon déterminé.

» Dans la formation de certains cristaux que l'on observe à la surface de matières minérales d'une nature différente, et aussi dans la formation des géodes cristallines que présentent un grand nombre de stalactites ou autres corps déposés à l'état mou, on ne peut omettre de faire intervenir la capillarité. Voici un fait remarquable à l'appui de cette opinion. Dans un flacon en verre j'avais enfermé des morceaux d'une argile irisée provenant de la mine de sel gemme de Villefranque; après quelques mois de repos, cette argile présentait, comme semés à sa surface, de beaux cristaux octaédriques de sel marin, isolés les uns des autres, et ayant jusqu'à 4 millimètres de côté. On peut concevoir ici que la matière minérale a été mise en mouvement par des effets successifs de capillarité et d'évaporation lente, provoqués et par la porosité de l'argile et par les variations de température du jour et de la nuit.

» Ce mouvement particulier imprimé à la masse minérale par la capillarité peut d'ailleurs engendrer parfois des modifications aussi curieuses que bizarres. Ainsi, dans la même mine de sel gemme que j'ai citée, j'ai observé des efflorescences de chlorure de sodium pur se présentant sous la forme de fibres nacrées dont la longueur atteignait jusqu'à 5 ou 6 centimètres.

TROISIÈME PARTIE.

Consolidation des mortiers et des ciments hydrauliques par la silicatisation.

» Les considérations présentées dans les premières parties de ce travail, relativement à la consolidation, par un retrait lent et graduel, d'un grand

nombre de matières minérales hydratées, s'appliquent plus particulièrement aux silicates ou aluminates de chaux ou de magnésie et au silicate d'alumine, et permettent d'expliquer le durcissement graduel des chaux et ciments hydrauliques dans les parties centrales des maçonneries, sans l'intervention de l'acide carbonique de l'air.

» Le premier résultat de l'action de l'eau sur les ciments est de constituer des hydrates. La réaction est analogue à celle qui a lieu dans le raffermissement du plâtre. La contraction graduelle n'est que subséquente, et l'on peut dire que le durcissement qui en est le résultat est d'autant plus grand, que dans la masse du ciment il y a eu plus de silice ou d'alumine amenée à l'état d'hydrate, et que la contraction a été plus lente.

» En ce qui concerne en particulier les composés si variables et si complexes qui constituent les chaux hydrauliques, voici quelques faits que j'ai observés.

» La dissolution de silicate de potasse ou de soude employée à former une pâte ferme avec de l'alumine, du silicate d'alumine en gelée et surtout avec de la magnésie caustique ou carbonatée (magnésie blanche) donne des composés correspondants aux silicates naturels, feldspath, schiste talqueux, magnésite, etc., lesquels, constitués à l'état d'hydrate, se contractent par le repos et la dessiccation lente, deviennent fort durs, demi-transparents et difficilement attaquables par l'eau.

» La potasse ou la soude entre dans la constitution de ces composés de façon qu'ils présentent une certaine analogie avec les pâtes de porcelaine alumineuses ou magnésiennes. Ces pâtes, moins sujettes à se fendiller par une addition de sable fin ou toute autre matière non plastique, permettent de façonner des objets de moulure fort durs et inaltérables à l'air.

» En associant la chaux délitée aux silicates hydratés dont je viens d'indiquer la préparation, on produit des silicates à trois bases qui constituent des ciments jouissant essentiellement du caractère d'hydraulicité.

» Si, au lieu d'employer un mélange de chaux vive et de magnésie calcinée ou hydrocarbonatée (magnésie blanche), on pétrit certaines dolomies, ou mieux des craies dolomitiques calcinées et pulvérisées, avec une dissolution de silicate de potasse ou de soude en y incorporant du sable ou de la pouzzolane, on obtient des ciments hydrauliques excellents. Ces ciments résistent le plus souvent à l'air comme à l'eau et peuvent servir dans toutes les circonstances, mais ils me paraissent particulièrement propres aux travaux hydrauliques et capables de résister mieux que les ciments calcaires à l'action de l'eau de mer.

» M. Vicat fils partant de cette donnée que le silicate magnésien n'est pas, comme le silicate de chaux, attaqué par les sels de magnésie, a proposé de composer des mortiers pour les travaux à la mer, avec de la magnésie calcinée et des pouzzolanes artificielles, c'est-à-dire des arènes ou des argiles calcinées. Le haut prix de la magnésie, soit qu'on la retire des dolomies, ou, comme l'a proposé M. Vicat, des eaux mères des marais salants, n'a pas permis, je pense, de s'assurer par des expériences en grand de l'efficacité de ce procédé.

» Ayant reconnu que les silicates de magnésie et de chaux hydratés ne sont pas entièrement insolubles dans une dissolution de chlorure de sodium, mais que cette insolubilité devient plus grande lorsqu'on opère sur des silicates doubles ou triples de chaux et de magnésie, de chaux, de magnésie et d'alumine, etc., j'ai été conduit à faire entrer directement les dolomies calcinées dans la composition des mortiers, en leur donnant, par une addition de silicates alcalins, des caractères de consolidation que ne donnerait certainement pas l'addition de pouzzolane artificielle.

» Dans cette direction de mes essais, j'avais pour but non-seulement de mettre à profit le peu de solubilité des silicates magnésio-calcaires dans l'eau de mer, mais surtout certaines propriétés particulières des silicates alcalins que je vais faire connaître.

» La plupart des sels que contient l'eau de mer doivent concourir à protéger contre toute corrosion nos constructions maritimes, lorsqu'il entre dans la composition du mortier des silicates alcalins solubles ou que ces constructions sont revêtues de ciments imprégnés d'un excès de ces silicates.

» D'abord, le chlorure de magnésium et le sulfate de magnésie étant décomposés, doivent constituer à la surface des travaux hydrauliques une couche de silicate de magnésie; le sulfate de chaux doit former, au contact du silicate de potasse ou de soude, du silicate de chaux, tous composés difficilement attaquables par l'eau de mer.

» Reste l'action du sel marin; à l'égard de cet agent d'altération, j'ai fait une observation qui n'est pas sans importance : c'est que ce sel, en dissolution affaiblie jusqu'à la proportion dans laquelle il se trouve contenu dans l'eau de mer, précipite lentement la silice ou un composé siliceux non encore déterminé du silicate de potasse ou de soude. Cette précipitation est immédiate dès que la proportion de sel marin devient plus considérable, qu'elle s'élève à 5 pour 100 par exemple.

» Le chlorure de potassium se comporte différemment. C'est à peine si avec des dissolutions concentrées on sépare quelques flocons de silice, alors

que la dissolution siliceuse versée dans le sel marin au même degré de concentration se prend en masse. Les deux chlorures agissent d'une manière analogue sur l'aluminate, le stannate et le zincate de potasse. Dans certaines circonstances, l'analyse chimique pourra tirer un parti avantageux de cette singulière propriété (1).

» Désirant m'assurer dans quelles limites la grande affinité de la magnésie pour la silice peut être utilisée dans l'emploi des produits naturels, j'ai soumis à la silicatisation un grand nombre de chaux magnésiennes résultant de la calcination de diverses dolomies. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les dolomies de Traverselles (Piémont), les craies dolomitiques d'Igornay près Autun, les craies dolomitiques de Beynes (Seine-et-Oise).

» La présence dans les dolomies d'un excès de chaux et d'un peu d'argile paraît favorable; mais, pour obtenir un bon raffermissement, il est utile de laisser bien s'hydrater la dolomie calcinée avant d'y ajouter la dissolution siliceuse.

» En envisageant la silicatisation des mortiers en dehors de l'influence de la magnésie, j'ai constaté par des expériences nombreuses, mais qui n'ont encore qu'une durée de quelques mois, que l'on obtient de bons mortiers hydrauliques en associant à la chaux grasse, non-seulement du sable et des silicates alcalins, mais aussi un peu d'argile. Des mortiers composés de

---

(1) Les aluminates de potasse et de soude se comportent comme les silicates dans la plupart des circonstances. Ils sont décomposés par la magnésie blanche et donnent un produit qui se raffermit dans l'eau, mais qui n'est pas susceptible d'un aussi grand durcissement que le silicate de magnésie.

Ces aluminates peuvent être employés pour durcir les pierres calcaires poreuses; mais il convient de ne les appliquer qu'après avoir imbibé les pierres de silicate de potasse, afin de faire pénétrer dans leurs pores une sorte de feldspath artificiel. La même réaction peut être mise à profit pour durcir le plâtre; ce dernier, après l'application successive des silicates et aluminates alcalins, se couvre d'efflorescences salines que l'eau enlève facilement. Le plâtre moulé ainsi préparé, et dans lequel l'alumine et la silice ont remplacé une partie de l'acide sulfurique, acquiert peu à peu une grande dureté. Les surfaces ne sont pas altérées, pourvu que les dissolutions siliceuse et alumineuse soient appliquées à froid et peu concentrées.

J'ajouterai que, quand les silicates sont employés dans la peinture, la plupart des couleurs minérales, telles que les ocres, le bleu d'outremer, le sulfate de baryte même, fixent une certaine quantité de potasse ou de soude, comme cela a lieu dans la silicatisation des pierres calcaires.

Ces observations ne sont pas sans importance; elles permettent de bien augurer de l'avenir de la silicatisation des pierres et des peintures siliceuses dans lesquelles nos efforts ont toujours tendu à fixer la potasse.

30 parties de chaux grasse, 50 de sable, 15 d'argile non calcinée et 5 de silicate de potasse en poudre, m'ont permis de construire des citernes parfaitement étanches.

» Ainsi, avec une dépense de 5 pour 100 de silicate alcalin sec ou leur représentant en dissolution, les mortiers acquièrent déjà une grande dureté. On fait d'ailleurs varier ces quantités suivant le degré d'hydraulicité qu'on veut obtenir. J'ajouterai qu'il est préférable de faire entrer les silicates alcalins dans la composition des mortiers ou ciments, soit magnésio-calcaires, soit exclusivement calcaires, à l'état d'une poudre très-fine; leur action est plus lente, mais elle est graduelle, le raffermissement des mortiers silicatisés devient définitivement plus considérable et le travail est plus facile. Il faut d'ailleurs éviter un gonflement trop rapide du ciment; cela lui donne à la suite des temps une certaine porosité, et à ce point de vue, il pourra même être utile de faire usage de silicates alcalins peu solubles, lorsque la prompte consolidation ne sera pas une condition essentielle du travail à exécuter.

» Pour les travaux à la mer, il conviendra d'employer dans les parties extérieures, immédiatement en contact avec l'eau salée, un excès de silicate alcalin, afin de protéger mieux les parties centrales.

» Lorsque les opinions sur l'utilité de l'intervention des silicates solubles seront bien fixées par une pratique suffisante, le prix de ces sels ne sera pas un obstacle à leur emploi; car, fabriqués sur une grande échelle, ils pourront être obtenus très-économiquement.

» Qu'il me soit donc permis d'exprimer l'espoir que l'application de la silicatisation aux mortiers et ciments, et en particulier aux mortiers préparés avec des chaux magnésiennes en vue de leur résistance à l'eau de mer, soit l'objet d'essais suivis de la part de MM. les ingénieurs du Gouvernement chargés des grands travaux de nos ports. »

PHYSIQUE. — *Influence du magnétisme sur les décharges électriques; par* **M. A. de la Rive.** (Extrait d'une Lettre à *M. Regnault.*)

« ..... Vous vous rappelez peut-être que dans une Lettre que je vous adressai en 1849 et qui fut insérée dans les *Comptes rendus* (t. XXIX, p. 412), j'avais décrit une expérience destinée à démontrer l'influence qu'exerce le magnétisme sur des décharges électriques lumineuses ayant lieu dans de l'air très-raréfié. Une Note de M. Plucker sur le même sujet (*Ann. der Physik,* 1858, n° 1, et *Arch. des Sc. Phys.*, avril 1858, p. 367) m'a engagé à

répéter mon expérience et à chercher la manière de la reproduire avec un succès certain. C'est le résultat de cette recherche que je vous prie de vouloir bien communiquer de ma part à l'Académie des Sciences, l'expérience dont il s'agit n'étant pas sans importance, tant au point de vue théorique, que sous le rapport de l'application que j'en ai faite à l'explication de la forme et de la direction de l'aurore boréale.

» Je ne reviendrai pas sur la description de mon appareil, qui se trouve soit dans les *Comptes rendus* (t. XXIX, p. 412), soit dans mon *Traité d'électricité* (t. II, p. 248). La pièce principale est une tige cylindrique de fer doux entourée d'une couche isolante très-épaisse dans toute sa surface, sauf à ses deux extrémités, et qui est introduite dans l'intérieur d'un ballon où l'on peut faire le vide, de façon que l'une de ses extrémités soit à peu près au centre du ballon et que l'autre ressorte par une tubulure, afin de pouvoir être placée sur le pôle d'un fort électro-aimant. Un anneau en cuivre qui entoure à sa base, dans l'intérieur du ballon, le cylindre de fer par-dessus sa couche isolante, permet aux décharges électriques de s'établir entre cet anneau et l'extrémité supérieure de la tige de fer. Ces décharges forment, quand l'air est suffisamment raréfié, une gerbe lumineuse qu'on voit prendre un mouvement rapide de rotation autour du cylindre de fer doux au moment où l'on aimante l'électro-aimant dont le pôle est en contact avec l'extrémité de ce cylindre.

» La première fois que je fis cette expérience, je me suis servi comme source électrique d'une machine hydro-électrique d'Armstung qui me donnait de fortes étincelles; plus tard, je fis usage d'une machine électrique ordinaire; le phénomène était moins prononcé, ce qui tient à la moins grande puissance de la source et surtout à la moindre continuité des décharges. Mais de tous les moyens de produire l'électricité, celui dont l'emploi est le plus commode et le plus sûr dans cette expérience, est sans contredit l'appareil d'induction de Ruhmkorff. On fait communiquer l'une des extrémités du fil induit avec la tige de fer doux, et l'autre avec l'anneau intérieur de cuivre qui l'entoure à sa base et duquel part un fil métallique isolé qui, traversant la tubulure, permet d'établir cette dernière communication.

» La condition indispensable pour le succès de l'expérience, quelle que soit la source électrique dont on fasse usage, est que le ballon vide d'air renferme une vapeur dont la tension soit équivalente à 4 ou 6 millimètres de mercure. Il arrive quelquefois que la vapeur d'eau qui reste naturellement dans le ballon quand on y fait le vide à 3 ou 4 millimètres près, est suffisante; néanmoins il est préférable d'y introduire directement cette

vapeur et mieux encore de la vapeur d'alcool, de sulfure de carbone ou d'essence de térébenthine. Il suffit, comme on sait, pour opérer cette introduction, après avoir fait une première fois le vide dans le ballon, d'y faire rentrer l'air en l'ouvrant au-dessus d'un flacon renfermant le liquide dont on veut introduire la vapeur, qu'on chauffe un peu si, comme l'essence de térébenthine, il n'est pas assez volatil; puis on fait de nouveau le vide dans le ballon à 4 ou 5 millimètres près.

» Ces conditions remplies, si l'on fait communiquer l'électrode positive de l'appareil Ruhmkorff avec la tige de fer doux et la négative avec l'anneau de cuivre, on voit, avant l'aimantation, un ou plusieurs jets lumineux distincts partir du sommet de la tige et former, entre ce sommet et l'anneau, des lignes courbes semblables à celles de l'œuf électrique, et en même temps la partie supérieure de la tige est couverte de points brillants agités comme les particules d'un liquide en ébullition : aussitôt que la tige est aimantée, les jets lumineux prennent un mouvement rapide de rotation dans un sens ou dans l'autre, suivant que le pôle de l'électro-aimant est un pôle nord ou sud; puis les points brillants qui étaient sur le sommet de la tige de fer disparaissent et sont chassés vers les bords où ils forment un anneau lumineux qui tourne comme les jets et dans le même sens. Quand on renverse la direction des décharges induites, le sens de la rotation est également renversé.

» Une remarque assez importante, c'est que, à mesure que la rotation dure, les jets s'épanouissent et finissent par former autour du cylindre de fer doux une nappe cylindrique lumineuse presque continue qui tourne avec une grande rapidité, mais dont le mouvement est plus difficile à saisir à cause de sa continuité. Pour reproduire les jets, il suffit d'interrompre quelques instants l'expérience; le plus souvent il faut aussi réintroduire de la vapeur. L'apparence du phénomène et la vitesse de la rotation en particulier varient avec la nature des vapeurs; ce point mérite une étude particulière dont je m'occupe.

» L'analogie que présentent les phénomènes électro-magnétiques lumineux que je viens de décrire avec l'aurore boréale, n'échappera à personne; cette analogie, du reste, vient de recevoir une nouvelle confirmation par l'observation du Dr Robinson (*Phil. Magaz.*, avril 1858) qui a trouvé que la lumière de l'aurore boréale, comme la lumière électrique, a la propriété de rendre fluorescentes les substances qui, telles que le sulfate de quinine, en sont susceptibles : ce qui prouve également la présence dans les deux lumières des rayons les plus réfrangibles. »

M. Matteucci fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la traduction française de son « *Cours d'électro-physiologie, professé à Pise en* 1856 », et l'accompagne de la Note suivante dans laquelle il résume les résultats les plus nouveaux contenus dans ce livre :

« L'étude si étendue de l'action physiologique du courant électrique forme l'objet de la première leçon, dans laquelle je me suis efforcé de recueillir, sous forme de propositions, les seuls résultats bien établis que la science possède aujourd'hui. J'ai décrit dans cette leçon de nouvelles expériences par lesquelles j'ai démontré que, dans certains cas bien déterminés, la contraction excitée par le passage d'un courant électrique dans un muscle ou dans son nerf est proportionnelle à l'intensité du courant.

» La deuxième leçon comprend l'étude de la fonction électrique de certains poissons, et la description de toutes mes expériences sur la torpille que j'ai variées et répétées dernièrement avec le plus grand soin. J'espère avoir réussi à comprendre toutes les particularités de la fonction des poissons électriques sous un seul principe, qui n'est pas sans relation avec les autres faits de l'électricité animale; ce principe consiste dans la *polarisation électrique* qui est développée dans l'organe élémentaire de ce poisson par le *courant nerveux* centrifuge d'après certaines lois qui ont des analogies avec les lois de l'action électro-magnétique.

» La troisième leçon est sur l'électricité animale et traite presque exclusivement de la force électro-motrice des muscles vivants et des lois de cette force. Dans cette leçon aussi, les matières sont divisées et traitées sous forme de propositions, et on y trouvera de nouvelles expériences et des considérations sur les propriétés de l'électro-moteur musculaire.

» La quatrième leçon a pour objet le développement d'électricité dans l'acte de la contraction et la description des particularités les plus importantes du phénomène de la *contraction induite*, les recherches et les résultats de M. du Bois-Reymond sur ce sujet, et enfin l'exposition de mes dernières expériences avec lesquelles j'ai prouvé qu'il y a une véritable décharge électrique dans le muscle au moment de la contraction.

» Dans la cinquième et dernière leçon, j'ai exposé mes expériences sur la respiration musculaire et principalement celles par lesquelles j'ai démontré que les phénomènes chimiques de cette respiration augmentent pendant la contraction. Ces résultats m'ont conduit à présenter sur la nature de l'action nerveuse et de la contraction musculaire des idées nouvelles et d'accord avec les théories de la physique générale. »

Lord **Brougham** commence la lecture d'un Mémoire sur la *structure des alvéoles* dans les rayons des abeilles, considérée au point de vue zoologique et au point de vue mathématique.

Un extrait de ce Mémoire sera donné dans un des prochains *Comptes rendus*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une Lettre de *M. Coinze*, agronome à Morange (Moselle), qui demande l'examen d'une théorie de l'agriculture, dont il est l'auteur.

M. Coinze a déjà adressé à l'Académie diverses Notes, dont la présentation est rappelée au *Compte rendu* (vol. XXXVI et XLII), et qui semblent se rapporter plus ou moins directement à la théorie sur laquelle il appelle aujourd'hui le jugement de l'Académie. MM. les Commissaires chargés d'examiner ces communications n'y ont trouvé rien d'assez précis pour pouvoir en faire l'objet d'un Rapport.

MM. les Secrétaires perpétuels feront connaître l'état de la question à M. le Ministre, qui jugera si la Commission chargée de l'examen des communications ci-dessus mentionnées devra formuler dans un Rapport le jugement qu'elle a déjà porté, ou si elle attendra un travail plus complet de l'auteur.

Cette Commission se compose de MM. Boussingault, Payen, Decaisne.

M. Velpeau présente au nom de l'auteur, *M. Guillaume Delenda*, un Mémoire intitulé : « Recherches sur la convalescence au point de vue hellénique ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Velpeau, Rayer.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les centres successifs de courbure des lignes planes; par* **M. J.-N. Haton de la Goupillière.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Liouville, Bertrand, Hermite.)

« On a déjà envisagé les développées des différents ordres des lignes planes et trouvé leur équation générale. Si l'on prend, en effet, pour variables le rayon de courbure ρ et l'angle de contingence ω, et qu'on représente

une courbe quelconque en égalant ρ à une fonction de ω, sa développée d'ordre k aura pour équation dans le même système :

$$\rho_k = \frac{d^k \rho}{d\omega^k}.$$

» L'interprétation du signe qu'il est important de préciser pour la recherche qui va nous occuper est la suivante : Le rayon d'une développée doit être porté parallèlement à l'arc élémentaire de la précédente, dans le sens où s'accroît cet arc ou dans le sens contraire, suivant que les rayons des deux courbes ont des signes contraires ou semblables.

» Au lieu de chercher ainsi le lieu des centres d'ordre k pour les différents points de la courbe, je me propose ici d'envisager la série des centres de tous les ordres pour un certain point de la courbe. Pour cela, je lui rapporte la position de ces centres par deux coordonnées n, t portées suivant la normale et la tangente. Ce sont les sommes algébriques des rayons de rang pair pour n, et impair pour t, pris avec des signes alternatifs d'après la manière dont on doit interpréter les signes propres de ces rayons :

$$n_k = \rho - \rho_2 + \rho_4 - \rho_6 + \ldots + \rho_h.$$

Le dernier terme ρ_h étant $-\rho_{k-2}$, $+\rho_{k-1}$, $+\rho_{k-2}$, $-\rho_{k-1}$, suivant que k est de la forme $4i$, $4i+1$, $4i+2$, $4i+3$.

» Cette valeur satisfait identiquement à l'équation

$$n_k + \frac{d^2 n_k}{d\omega^2} = \rho + \rho_{h+2}.$$

Elle est donc comprise dans son intégrale générale

$$\begin{aligned} n_k &= \mathrm{A}\cos(\omega - \alpha) + \sin\omega \int_\alpha^\omega [\rho(\varphi) + \rho_{h+2}(\varphi)] \cos\varphi \, d\varphi \\ &\quad - \cos\omega \int_\alpha^\omega [\rho(\varphi) + \rho_{h+2}(\varphi)] \sin\varphi \, d\varphi \\ &= \mathrm{A}\cos(\omega - \alpha) - \int_\alpha^\omega (\rho + \rho_{h+2}) \sin(\varphi - \omega) \, d\varphi, \end{aligned}$$

en déterminant convenablement les constantes A et α. Or je fais voir, en me fondant sur l'intégration par parties, que, pour les quatre valeurs de ρ_{h+2}, on peut employer la formule unique

$$n_k = \mathrm{A}\cos(\omega - \alpha) + \int_\alpha^\omega d\varphi \left[\rho_k \sin\left(\varphi - \omega + \frac{k\pi}{2}\right) - \rho \sin(\varphi - \omega) \right].$$

» Quant à la coordonnée t_k, elle est le n_{k-1} de la première développée dont le rayon est ρ_1. Il suffit donc, pour l'avoir, de changer k, n_{k-1}, ρ en $k-1$, t_k et ρ_1, ce qui donne

$$t_k = B\cos(\omega-\beta) + \int_\beta^\omega d\varphi\left[\rho_k \sin\left(\varphi-\omega+\frac{k\pi}{2}-\frac{\pi}{2}\right) - \rho_1 \sin(\varphi-\omega)\right];$$

et, en exprimant encore ρ_1 en ρ par l'intégration par parties,

$$t_k = B\cos(\omega-\beta) + \int_\beta^\omega d\varphi\left[\rho_k \cos\left(\varphi-\omega+\frac{k\pi}{2}\right) - \rho\cos(\varphi-\omega)\right].$$

» Pour déterminer les constantes, désignons par N la valeur de n pour $\omega=\alpha$, et par T celle de t pour $\omega=\beta$. On reste maître du choix de ces deux points pour l'évaluation la plus commode de N et T. En faisant $\omega=\alpha$ et β, il reste $N_k = A$, $T_k = B$, et par suite

$$n_k = N_k\cos(\omega-\alpha) + \int_\alpha^\omega d\varphi\left[\frac{d^k\rho}{d\omega^k}\sin\left(\varphi-\omega+\frac{k\pi}{2}\right) - \rho\sin(\varphi-\omega)\right],$$

$$t_k = T_k\cos(\omega-\beta) + \int_\beta^\omega d\varphi\left[\frac{d^k\rho}{d\omega^k}\cos\left(\varphi-\omega+\frac{k\pi}{2}\right) - \rho\cos(\varphi-\omega)\right].$$

» Ces formules définitives donnent immédiatement la position d'un centre d'ordre k. Si l'on veut, pour avoir une idée d'ensemble de la disposition de tous ces centres, y faire passer une courbe, on en obtiendra une par l'élimination de k entre ces deux relations. L'équation sera en coordonnées rectangulaires entre n et t, ω y figurera à titre de paramètre pour caractériser le point de départ sur la courbe; quant à α, β, ce sont des constantes numériques et φ un symbole d'intégration qui ne figure qu'en apparence.

» Comme application, je considère la spirale logarithmique. Je fais voir que pour un quelconque de ses points tous les centres de courbure sont situés sur une autre spirale logarithmique, qui passe par ce point, qui a le même pôle que la proposée et tourne en même sens ou en sens contraire suivant que l'angle constant μ de la première avec le rayon vecteur est inférieur ou supérieur à 45 degrés. Elle a elle-même pour angle

$$\mu' = \text{arc tang}\,\frac{\pi}{2\log\text{nép}\cot\mu}.$$

Comme il est indépendant de ω, les lieux sont identiques pour tous les points de la proposée, et on les obtient tous par la révolution de l'un d'eux.

On peut même se contenter d'un seul tour et remarquer que le lieu est le même pour tous les points où il coupe la proposée. Ces résultats particuliers peuvent aussi s'établir directement avec facilité. »

PATHOLOGIE. — *Des hémorrhagies de la trompe de Fallope; par* **M. A. Puech.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Velpeau, J. Cloquet.)

« 1°. La trompe de Fallope peut être le siége de deux hémorrhagies : l'une physiologique, l'autre morbide.

» 2°. La première ou menstruelle, constituée par quelques gouttes de sang, peut être notée soit sur les deux trompes, soit sur celle qui correspond à la vésicule rompue.

» 3°. Survenue avant ou après les règles, la seconde laisse des effets plus marqués, la muqueuse revêt une teinte ecchymotique, et l'organe plus ou moins dilaté dans sa moitié externe renferme des caillots sanguins; il peut encore être rompu.

» 4°. Dans ce dernier cas le sang s'est épanché dans le bassin; dans les autres il peut avoir suivi cette voie, ou bien avoir flué vers l'utérus.

» 5°. Ce dernier parcours, qui est sinon le plus habituel, mais le plus favorable, peut se combiner avec les précédents, et faire croire au passage du sang de l'utérus à l'abdomen, passage qui n'a lieu qu'alors que le col ou le vagin soit oblitéré depuis plusieurs années.

» 6°. Si la mort n'est pas la suite de l'hémorrhagie, le sang intra-péritonéal peut s'enkyster et constituer une hématocèle. »

M. Chauveau, qui avait précédemment adressé une Note sur le mécanisme des *bruits de souffle* (*voir* le *Compte rendu* de la séance du 3 mai courant), envoie aujourd'hui une suite à ce travail : « *Des bruits de souffle dans les anémies* ». Dans cette nouvelle communication l'auteur s'attache à prouver que les murmures vasculaires, chez les sujets anémiques, dépendent de la cause qu'il a signalée; c'est-à-dire que ces bruits, qui peuvent être entendus dans les veines, dans les artères et au cœur, sont encore « dus aux vibrations de la veine fluide intra-vasculaire, vibrations qui se produisent toujours quand le sang pénètre avec une force suffisante dans une partie réellement ou comparativement dilatée de l'appareil circulatoire. »

(Renvoi à l'examen des Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Jobert de Lamballe.)

M. **Heurteloup** adresse des explications relatives à certaines modifications qu'il a fait subir à son *percuteur*. « Quand en 1832 je fis construire mes premiers instruments, je ne pouvais, dit-il, sans m'exposer à voir divulguer mon idée, m'adresser à un fabricant d'instruments de chirurgie; l'ouvrier que j'employai n'avait pas l'outillage convenable et de là vient que mon percuteur de 1832 diffère, sous le rapport du procédé d'encastrement, de celui que j'ai fait faire en 1834, après avoir publié mon travail. Mais, quoique ne me satisfaisant pas complétement, mon premier mode d'encastrement ne rendait pas moins les branches solidaires; dès lors le principe était appliqué et consacré. L'encastrement est en effet l'essence du percuteur, et ne se trouve pas dans le scie-pierre de Weiss. »

A cette Note sont joints de nombreux exemplaires du percuteur, permettant de suivre les tentatives successives du premier ouvrier pour arriver à rendre la pensée de M. Heurteloup.

(Renvoi aux Commissaires précédemment nommés : MM. Velpeau, J. Cloquet, Jobert de Lamballe, Civiale.)

M. **Charrière** présente des remarques relatives à une communication récente de *M. Leroy d'Etiolles*.

Il réclame principalement contre l'omission qui a été faite de son nom comme inventeur du dispositif « au moyen duquel on obtient des *instruments de lithotritie à double effet*, c'est-à-dire pouvant servir à l'écrasement au moyen de la vis à écrou brisé ou de l'engrenage du pignon, et à la percussion au moyen d'un prolongement de la branche mobile. M. Charrière signale en outre une erreur qu'aurait commise M. Leroy d'Étiolles relativement à l'instrument de Weiss, la description qu'il en fait et la figure qu'il en donne ne pouvant s'accorder.

(Commissaires, MM. Velpeau, J. Cloquet, Jobert de Lamballe, Civiale.)

M. **Landois** présente une Note relative à la question de l'*assimilation de l'azote par les végétaux*.

(Renvoi à l'examen d'une Commission composée de MM. Chevreul, Payen, Decaisne.)

M. **Broche** adresse de Bagnols (Gard) les résultats des observations qu'il a faites sur les *maladies des vers à soie*, et principalement sur les feuilles de mûrier, comme contribuant à produire ces maladies.

Suivant l'auteur de la Note, une substance pulvérulente, de couleur noi-

râtre, recouvre la surface des feuilles, qui d'ailleurs sont saines. Mais le ver, en mangeant le parenchyme de la feuille, dévore aussi la poudre qui y est adhérente; d'où résulte pour lui une sorte d'empoisonnement, origine de maladies dont il sera plus tôt ou plus tard atteint.

(Commission des vers à soie.)

M. l'abbé Thirion adresse d'Aische en Refail (Belgique) une Note concernant une « invention relative à la transformation ou transmission des mouvements circulaires ».

La Note contient, relativement à la disposition de cet appareil, des indications qui seront sans doute suffisantes quand on aura sous les yeux le modèle que l'auteur annonce avoir envoyé à l'Académie. Ce modèle du reste n'est pas encore parvenu à sa destination.

(Commissaires, MM. Combes, Séguier.)

M. Haut Saint-Amour soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Recherches sur les vraies causes des phénomènes barométriques ».

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du VIIIe volume du « Recueil de Mémoires et Observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires ».

La Société royale Géographique de Londres adresse le XXVIIe volume de son journal.

L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Rouen fait hommage du « Précis analytique de ses travaux pour l'année 1856—57 ».

« M. Combes présente à l'Académie, de la part de l'auteur *M. Dupuit*, inspecteur général des ponts et chaussées, un Mémoire *sur les inondations et les moyens proposés pour en prévenir le retour*.

» M. Dupuit examine, dans ce travail, les effets que pourront produire les réservoirs ou retenues que quelques ingénieurs ont proposé d'établir vers les parties supérieures des grands cours d'eau et dans les bassins de leurs affluents; il discute en particulier l'influence attribuée aux digues de

Pinay et de Laroche établies au commencement du XVIIIe siècle sur deux points du cours de la Loire, dans la partie de trente-six kilomètres de développement, où elle coule profondément encaissée dans les gorges des montagnes qui séparent la plaine du Forez de la plaine de Roanne et trouve que cette influence a été énormément exagérée.

» M. Dupuit combat l'opinion défavorable aux digues longitudinales qui s'est surtout répandue après les inondations de 1856; il signale leurs avantages qu'apprécient parfaitement les riverains des fleuves endigués, et les considère comme le complément indispensable de tous les autres moyens préservatifs qui ont été proposés. Tout en conseillant de rétablir et de consolider les anciennes levées et d'en faire de nouvelles, il ne se dissimule pas que ces levées plus hautes, plus épaisses, mieux défendues, pourront encore être emportées dans quelque crue excessive, dont il est impossible d'assigner la limite; qu'on pourra subir encore, dans la suite des temps, des désastres considérables que la rupture des digues aggravera même peut-être sur certains points. Mais il ne pense pas que les garanties absolues que ne sauraient donner les digues longitudinales puissent être fournies par aucun autre système de travaux d'art connus; il faut, suivant lui, les demander à des combinaisons d'un autre ordre, à l'épargne, à la prévoyance individuelle et collective. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Détermination par la pile des quantités de chaleur produites dans l'acte de la combinaison du chlore avec les métaux.* Deuxième Mémoire, présenté par **MM. Marié-Davy** et **L. Troost**.

« Dans une première Note, que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie dans la séance du 12 avril 1858, nous avons fait connaître les résultats auxquels nous a conduits notre méthode appliquée à l'évaluation des quantités de chaleurs dégagées dans l'union des principaux acides avec la potasse, la soude et l'ammoniaque. Nous avions fait choix de ce groupe de composés, parce qu'il avait été l'objet de déterminations très-précises faites par MM. Favre et Silbermann au moyen de procédés calorimétriques directs. Nous avions ainsi de précieux termes de comparaison que nous avons dû mettre à profit. Nous venons aujourd'hui présenter à l'Académie le tableau des quantités de chaleur dégagées par la combinaison du chlore avec les principaux métaux.

» Nous n'avons jusqu'à présent pu opérer sur le potassium, le sodium et le lithium qu'à l'état de dissolution dans le mercure. A nos nombres il faudrait donc ajouter la quantité de chaleur provenant de cette dissolution

pour chacun de ces trois métaux. Nous espérons parvenir à la mesurer directement; jusque-là on peut l'évaluer approximativement, pour le potassium et le sodium, par la comparaison de nos résultats avec ceux de MM. Favre et Silbermann.

» (*a*) Les protochlorures de potassium, sodium, lithium, aluminium, manganèse, cadmium, étain, ont été obtenus au moyen de piles analogues à la pile de Smée, dans lesquelles le métal en expérience était directement dissous dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sur le platine platiné.

» (*b*) L'antimoine et le bismuth se dissolvant mal de cette manière, nous avons forcé la combinaison au moyen du courant d'un élément Bunsen et nous avons retranché de la force électromotrice totale la force électromotrice de l'élément seul mesurée au moment de l'expérience.

» (*c*) Les protochlorures d'hydrogène, de cobalt, de nickel, de zinc, de cuivre, de plomb, de mercure, d'argent, d'or, de palladium et platine, ont été décomposés par un élément Bunsen ou dans un élément analogue à celui de Daniell, dans lequel le sulfate de cuivre était remplacé par le chlorure métallique, et l'eau salée par une dissolution d'acide chlorhydrique pur. L'insolubilité complète du chlorure ne nuit pas à la marche régulière de la pile et peut même être utilisée avec avantage à la construction de piles sans diaphragmes, dans lesquelles l'usure inutile en zinc est presque nulle.

» (*d*) Le perchlorure de bismuth Bi^2Cl^5 et le bichlorure de mercure HgCl ont été traités de la même manière avec dépôt du métal.

» (*e*) Les perchlorures d'antimoine et d'étain et le bichlorure de cuivre ont été décomposés de la même manière, mais avec formation de protochlorure.

» Dans ces trois derniers cas (*c*, *d*, *e*), le chlore, devenu libre, se dégageait sur une lame de charbon des cornues, ou bien était repris par une lame de zinc, ou bien enfin, comme moyen de vérification, était laissé dans la dissolution du chlorure quand il pouvait faire passer celui-ci à un état de chloruration supérieur.

» Nous avons résumé notre travail dans le tableau suivant, dans lequel tout est rapporté, non à 1 équivalent du métal, mais à 1 équivalent de chlore. Il serait facile de faire l'inverse. Pour abréger, nous avons représenté les composés par leurs formules. ClZn = 55333 représente la chaleur dégagée dans la combinaison de 1 équivalent de chlore avec 1 équivalent de zinc; $Cl(Fe^2Cl^2) = 20993$ représente la quantité de chaleur dégagée dans la combinaison de 1 équivalent de chlore avec le protochlorure de fer pour former du sesquichlorure.

« Voici le tableau des chlorures métalliques rangés dans l'ordre décroissant des quantités de chaleur produites dans l'acte de leur formation :

$ClK = 79200$	$ClFe = 40700$	$ClHg^2 = 29600$
$ClNa = 79500$	$ClH = 37100$	$ClCu = 28500$
$ClLi = 80100$	$ClSn^{\frac{1}{2}} = 36300$	$ClHg = 27700$
$ClZn = 55300$	$ClCu^2 = 34400$	$Cl(Hg^2Cl) = 25800$
$ClCo = 49100$	$ClFe^{\frac{2}{3}} = 34100$	$ClPt^{\frac{1}{2}} = 24400$
$ClNi = 48700$	$ClBi^{\frac{2}{3}} = 33800$	$ClSb^{\frac{2}{5}} = 24300$
$ClCd = 48300$	$ClPd = 33700$	$Cl(ClCu^2) = 22700$
$ClAl^{\frac{2}{3}} = 45800$	$ClSb^{\frac{2}{3}} = 32600$	$ClBi^{\frac{2}{5}} = 21500$
$ClPb = 45100$		$Cl(F^2Cl^2) = 21000$
$ClMn = 42500$	$Cl(SnCl) = 30500$	$ClAu^{\frac{2}{3}} = 11300$
$ClSn = 42100$	$ClAg = 30200$	$Cl\left(Cl^{\frac{3}{2}}Bi\right) = 3005.$

» Nous ajouterons à ces nombres ceux qui ont été trouvés par MM. Favre et Silbermann :

Potassium.............	97091
Sodium...............	94326
Zinc..................	56567
Fer...................	53350
Hydrogène............	40192
Cuivre...............	29065
Plomb...............	44730
Argent...............	34800

» *Applications à la pile.* — Tous ces composés ou leurs métaux peuvent être employés à former des piles dont la force électromotrice serait égale à la somme algébrique des quantités de chaleur développées dans les réactions produites. En voici quelques exemples étant ou pouvant être employés dans la pratique :

	Force électromotrice.
Pile de Smée ordinaire..	18100
Pile de charbon, sesquichlorure de fer, fer, formation de protochlorure..	21000
Pile de cuivre, protochlorure de cuivre, zinc, acide chlorhydrique, dépôt de cuivre..	26800
Pile de charbon, sesquichlorure de cuivre, acide, zinc, acide chlorhydrique, formation de protochlorure........................	32500
Pile de charbon, sesquichlorure de fer, zinc, acide chlorhydrique, formation de protochlorure........................	34300

» Les piles au sesquichlorure de fer sont intéressantes au point de vue pratique, la seconde à cause de sa force, la première à cause du bas prix des matières employées. Elles sont toutes deux d'une constance remarquable. La première peut fonctionner sans vase poreux.

» *Applications à la chimie.* — D'une manière générale, on peut dire qu'un des métaux du tableau précédent précipitera tous les métaux qui sont audessous de lui. Toutefois, les chlorures pouvant passer par des degrés divers de chloruration, on devra tenir compte de cette particularité. Ainsi le zinc précipite l'argent de son chlorure avec une force égale à 25100, le fer avec une force égale à 10500, le cuivre avec une force égale à 4200; mais l'argent ramène le sesquichlorure de fer à l'état de protochlorure avec une force égale à 9800, et le bichlorure de cuivre à l'état de protochlorure avec une force égale à 7500. Le mercure le ramènerait au même état avec une force égale à 6900.

» Le fer réduit le protochlorure de mercure avec une force égale à 11100; mais le mercure ramène le sexquichlorure de fer à l'état de protochlorure avec une force égale à 8600.

» Le mercure et l'argent ont des affinités à peu près égales pour le chlore; le très-faible avantage qui existe en faveur de l'argent est compensé par l'affinité de l'argent pour le mercure. Le chlorure d'argent est réduit lentement par le mercure.

» La différence des affinités de l'hydrogène pour le chlore et l'oxygène est de 2600; c'est la force avec laquelle le chlore décompose l'eau. Au contact de l'air, le protochlorure de fer acide passera à l'état de sexquichlorure avec une force de 8400, et le protochlorure de cuivre à l'état de sexquichlorure avec une force de 20100.

» L'influence des masses et quelques circonstances particulières peuvent produire des réactions à contre-sens. Dans ce cas, il y a absorption de chaleur. C'est ainsi que sur du zinc plongeant dans du chlorure de zinc étendu, nous avons eu dépôt de zinc et point d'hydrogène; sur du platine nous avons eu de l'hydrogène et point de zinc. »

PHYSIQUE. — *Note sur un nouveau système de baromètre;*
par **M. Ch. Blondeau.**

« M. Arago, frappé des difficultés que présente le transport des baromètres ordinaires et des accidents auxquels ils sont exposés pendant de longs voyages, avait émis l'opinion qu'il serait avantageux pour un observa-

teur de pouvoir construire lui-même son baromètre au moment où il voudrait s'en servir. Il avait même proposé dans ce but quelques dispositions nouvelles qui furent exécutées en 1844 par M. Gambey.

» Voici le passage de l'*Astronomie populaire* dans lequel M. Arago rend compte du principe sur lequel il s'appuie dans la construction de ses nouveaux baromètres :

« En apportant une légère modification à la construction des baromètres » ordinaires, on se mettra désormais entièrement à l'abri de ces dérange- » ments que les baromètres éprouvent, soit dans le transport, soit par une » infiltration graduelle de l'air extérieur, soit enfin par le dégagement de » celui que le liquide peut renfermer. Ce changement qui consiste tout » simplement à rendre le tube de verre mobile, afin qu'on ait la faculté » d'augmenter ou de diminuer à volonté, et dans des rapports connus, la ca- » pacité de la chambre barométrique, permettra même, si je ne me trompe, » de porter en voyage le mercure à part et de n'en remplir le tube qu'au » moment de l'expérience, sans soumettre ce liquide à aucune ébullition. Il » est facile de voir, en effet, que si l'on fait une observation dans un cer- » tain état de la chambre barométrique, et qu'on la répète aussitôt après » avoir réduit la capacité de cette chambre à $\frac{1}{10}$ de sa valeur primitive, » la petite quantité d'air qui pourra s'y trouver produira juste dix fois plus » d'effet dans la seconde observation que dans la première. La différence » des deux hauteurs, divisée par 9, sera donc ce qu'il faudra ajouter à la » première pour la ramener à ce qu'on aurait trouvé avec un baromètre » entièrement purgé d'air. »

» Depuis l'époque à laquelle M. Arago écrivait ces lignes, M. Trouessart, professeur de physique à la Faculté de Poitiers, a soumis au jugement de l'Institut un baromètre à siphon fondé sur les mêmes principes, et dans lequel la courbure du tube, faite en caoutchouc, permet à l'observateur d'augmenter à volonté la capacité de la chambre barométrique, et, par suite, de faire varier la hauteur de la colonne de mercure de manière à pouvoir en déduire la pression atmosphérique.

» Nous croyons être arrivé au même résultat par une méthode aussi simple, et qui présente l'avantage de réduire de beaucoup les dimensions du baromètre. Elle consiste à prendre un volume d'air à la pression que l'on veut mesurer et à dilater cet air de manière à lui faire occuper un volume double de celui qu'il occupait primitivement. Cet air, ne possédant plus alors qu'une élasticité capable de faire équilibre à la pression d'une demi-atmosphère, la différence de hauteur des colonnes de mercure contenues

dans le tube communiquant qui constitue l'appareil fait connaître immédiatement la valeur de la demi-pression atmosphérique, et, par suite, celle de l'atmosphère au moment où l'on opère.

» Notre baromètre se compose donc d'un tube communiquant à deux branches, l'une et l'autre en communication avec l'atmosphère; l'une d'elles est munie d'un robinet et porte deux traits α et β qui correspondent à deux volumes doubles l'un de l'autre et mesurés à partir du robinet. Lorsqu'on veut déterminer la pression de l'air, on ouvre le robinet et l'on introduit du mercure par l'autre branche, jusqu'à ce que le niveau de ce liquide parvienne au trait α. On ferme alors le robinet, et à l'aide d'un second robinet situé à la partie inférieure de l'appareil, on fait écouler du mercure jusqu'à ce que ce liquide arrive dans la branche fermée, au trait β, ou, en d'autres termes, jusqu'à ce que l'air renfermé dans l'appareil occupe un volume double de celui qu'il occupait primitivement. Il suffit alors de mesurer exactement la différence de niveau des deux colonnes pour avoir la valeur de la demi-pression atmosphérique.

» Nous avons donné à notre baromètre une autre disposition, qui nous a permis de déterminer la pression atmosphérique en comprimant l'air au lieu de le dilater. Après avoir tracé sur le tube, que l'on peut fermer à l'aide d'un robinet, deux traits, l'un α correspondant à un volume pris pour unité sous la pression actuelle de l'atmosphère, l'autre β correspondant aux $\frac{4}{5}$ de ce volume, on commence l'observation en ouvrant le robinet et introduisant du mercure jusqu'à ce que ce liquide arrive au trait α. On ferme alors le robinet, et par la branche ouverte on ajoute du mercure jusqu'à ce que le niveau de ce liquide arrive dans la branche fermée au trait β. Comme dans ce cas le volume d'air n'occupe plus que les $\frac{4}{5}$ de son volume primitif, la pression est égale à $\frac{5}{4}$ de la pression atmosphérique, c'est-à-dire que la petite colonne de mercure située dans la branche ouverte au-dessus du trait β est égale à $\frac{1}{4}$ de la colonne barométrique, et suffit par conséquent à faire connaître la hauteur de la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression de l'atmosphère.

» Cette seconde disposition réduit le baromètre dans son poids et ses dimensions, et en fait par conséquent un instrument très-portatif, que l'on peut faire voyager sans crainte de le déranger. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'hypermétamorphose des Strepsiptères et des OEstrides;* par M. N. Joly.

« Dans un travail récemment présenté, M. Fabre a prouvé que la larve des Méloïdes, avant d'arriver à l'état de nymphe, passe par des morphoses successives qu'il désigne sous les noms de *larve primitive, seconde larve, pseudo-chrysalide* et *troisième larve*. Mais il nous apprend en même temps que le passage de l'une de ces formes à l'autre s'effectue par une simple mue, sans que, malgré la diversité des formes extérieures, l'organisation interne ait à subir le moindre changement jusqu'à l'époque de la nymphose. Il y a donc ici, pour me servir de l'heureuse expression inventée par M. Fabre, il y a *hypermétamorphose*, comme il y a véritable *hypométamorphose* chez certaines femelles d'insectes dont le développement morphologique s'arrête à un degré inférieur à celui auquel parvient le mâle. (Ex. : femelles du *Ver-luisant*, du *Drile jaunâtre*, parmi les Coléoptères; des *Xenos* et des *Stylops*, chez les Strepsiptères ou Rhipiptères.)

» Les faits curieux que relate M. Fabre ont attiré, avec juste raison, l'attention des naturalistes, et j'ai suivi moi-même avec le plus vif intérêt ces ingénieuses recherches. Persuadé que rien n'est isolé dans la nature, et que toute exception actuelle doit se rattacher tôt ou tard à une loi, je me suis demandé s'il n'existait pas déjà dans la science quelques observations analogues. Or les singulières transformations des Méloïdes m'ont rappelé celles que Von Siebold a si bien étudiées chez les Strepsiptères, ces autres parasites effrontés des Hyménoptères récoltants (1).

» D'après l'habile et consciencieux zoologiste que je viens de nommer, les mâles seuls subissent une métamorphose complète. Les femelles, au contraire, parvenues à leur dernier degré de développement, ressemblent beaucoup à des larves et n'ont ni pieds, ni ailes, ni yeux. Ces femelles ne quittent jamais leurs victimes : elles sont vivipares, et donnent naissance à des larves hexapodes, très-agiles et assez semblables, pour l'aspect extérieur, à la larve des Méloïdes. Une fois éclos, les jeunes Strepsiptères ne tardent pas à pénétrer dans le corps des larves d'Hyménoptères dont elles partagent le

---

(1) Voir dans *Wiegmann's Archiv*, année 1843, p. 137, le Mémoire de Von Siebold, intitulé : *Ueber Strepsiptera*.

nid, et dont les sucs doivent leur servir de pâture (1); là elles perdent leurs pattes, à la suite d'une mue, pendant laquelle la déhiscence de la peau s'effectue par la chute du segment céphalique, et non par une scissure dorsale médiane, comme chez la plupart des insectes. Du reste, Von Siebold ne signale aucune différence entre l'organisation intérieure des larves sans pieds et celle des larves hexapodes. M. Fabre n'a pas observé non plus le plus léger changement dans la structure intérieure des larves de *Méloïdes*, pendant qu'elles passent par les diverses formes qui précèdent la nymphose. « Leur organisation interne, nous dit-il, reste invariablement la même. »

» Or il en est tout autrement des Œstrides, ou du moins de l'*Œstrus equi*, chez lequel j'avais signalé dès 1846 un vrai cas d'hypermétamorphose. « Il est généralement admis, disais-je en présentant à l'Institut (séance du 7 septembre 1846) mon Mémoire intitulé : « Recherches zoologiques, anatomiques et physiologiques sur les Œstrides en général et particulièrement sur les Œstres qui attaquent l'homme, le cheval, le bœuf et le mouton », il est généralement admis que, chez les insectes proprement dits, la larve une fois éclose ne subit aucun changement notable jusqu'à l'instant où elle se métamorphose en nymphe. Or, j'ai constaté que non-seulement la forme, mais encore la structure de la larve de l'*Œstrus equi*, au moment de la naissance, diffèrent considérablement de ce qu'on observe chez les larves qui ont atteint tout leur accroissement. Ainsi, au lieu d'être brusquement tronquée à sa partie postérieure, elle a cette même partie très-effilée et terminée par deux tubes respiratoires analogues à ceux de beaucoup de Diptères aquatiques, tubes qui seront plus tard remplacés par un appareil si curieux et si compliqué, qu'il serait peut-être bien difficile d'en citer un autre exemple dans l'innombrable armée des insectes. Le système nerveux éprouve aussi des modifications extrêmement remarquables.

» Voilà donc de vraies métamorphoses, de notables changements de forme et de structures qui ont lieu dans l'intervalle qui s'écoule depuis l'éclosion de la larvule (*larve primitive*) jusqu'au moment de la nymphose, fait important et nouveau qui rappelle les métamorphoses que subissent après leur naissance les Myriapodes, les Entomostracés (*Artemia*, *Branchi-*

---

(1) Siebold les croit incapables de mâcher.

pus, Apus), et même les Crustacés décapodes (*Caridina Desmarestii, Porcellana longicornis*) (1). »

» Ajoutons que ces faits jusqu'alors isolés se relient maintenant entre eux quand on y joint surtout les faits analogues que nous fournit l'histoire des Crustacés suceurs (Lernéides) et plus encore celles des Helminthes.

» Partout, en effet, nous voyons le parasitisme imposer en quelque sorte à l'animal la nécessité de morphoses plus nombreuses, morphoses tantôt progressives, tantôt rétrogrades, mais toujours parfaitement en harmonie avec le but qu'il doit remplir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Extrait d'une Lettre de* **M. Kaemtz**, *concernant les relations qui existent entre les indications du baromètre, la direction et la force du vent.* (Communiqué par *M. Le Verrier.*)

« C'est avec un grand intérêt que j'ai vu votre correspondance météorologique. Toutes les personnes qui s'occupent de cette partie des sciences naturelles reconnaîtront le grand mérite que vous vous êtes acquis par la publication de ces observations.

» Malheureusement l'observatoire de Dorpat n'a reçu que les correspondances de quelques jours des mois de janvier et de février, et ce n'est que depuis le commencement de mars que les lettres sont complètes. Je me permets de vous communiquer quelques résultats sur les mouvements de l'atmosphère, tels que je les ai calculés pour le mois de mars et pour mon lieu d'observation. Je commence par les vents.

» Mes recherches embrassent 545 jours d'observations, faites pendant le mois de mars, et elles donnent pour la durée de chaque vent pendant ce mois les résultats suivants :

---

(1) Voir l'Extrait de mon Mémoire, inséré dans les *Comptes rendus* de l'Institut, séance du 7 septembre 1846, p. 511.

DIRECTION DU VENT.	MOYENNE des 545 jours.	DURÉE de chaque vent. Mars 1858.
N....................	2,8	3
N.-E..................	2,6	0
E....................	3,4	1
S.-E..................	4,3	3
S....................	3,4	4
S.-O..................	4,3	5
O....................	5,5	6
N.-O..................	3,4	6
Calme et variable.......	1,4	3
TOTAL..........	31,1	31

» A l'inspection de ces nombres, on voit que les résultats de mars 1858 s'écartent des résultats moyens, et, par conséquent, il faut admettre que pendant cette année il y a eu des causes perturbatrices qui ont occasionné ce changement dans la direction et dans l'intensité du vent moyen, et l'hypothèse la plus naturelle est l'inégalité de la hauteur du baromètre. Il faut supposer que la pression dans les régions du sud-ouest, ou plutôt dans le sud, à cause de la rotation de la terre, a surpassé celle de nos régions, et l'expérience prouve cela pour Paris et Dorpat. Quoique dans les années précédentes j'aie pris la hauteur moyenne pour Paris à midi, et pendant le mois de mars de l'année actuelle à 8 heures du matin, la différence est de peu d'influence. La moyenne des 545 jours est, pour Paris, $756^{mm},7$. L'année actuelle donne $761^{mm},25$, c'est-à-dire une différence de $+ 4^{mm},78$; la hauteur des mêmes jours est, pour Dorpat, $334''',66$ (de Paris), et cette année $331''',29$; différence $- 3''',37$ ou $- 7^{mm},60$. Une conséquence nécessaire de cette différence de $12^{mm},38$ entre Paris et Dorpat, est la prépondérance des vents du sud-ouest et de l'ouest; mais comme je n'ai considéré que ces deux lieux, il est impossible de donner des déterminations plus précises.

» Ce que j'ai dit est confirmé par l'ensemble de mes observations. En calculant l'influence des vents sur la hauteur du baromètre à Dorpat, j'ai comparé la pression pour d'autres lieux; j'ai reconnu, qu'en terme moyen, des changements correspondants se montrent depuis les côtes de l'Europe

jusqu'à Barnaoul, le point le plus oriental que j'aie comparé. La plupart de ces lieux ne sont comparés que jusqu'à la fin de 1858, puisque les journaux ne sont pas encore publiés, si ce n'est à Paris.

» La combinaison de toutes ces observations prouve d'une manière assez sûre que les vents du sud, sud-ouest et ouest, de même que ceux du nord-ouest, ont leur origine dans le sud-ouest, quelquefois dans le sud-est.

» En même temps j'ai examiné la marche du baromètre avant et après chaque vent ; j'ai pris la hauteur les deux jours précédents (— 2 et — 1 jours) et les deux jours suivants (+ 1 et + 2 jours). Voici en millimètres les résultats pour Paris et pour Dorpat comparés à la moyenne des jours d'observation :

		— 2 j. (mm)	— 1 j. (mm)	0 j. (mm)	+ 1 j. (mm)	+ 2 j. (mm)
N.	Dorpat	— 2,57	— 3,38	+ 0,92	+ 3,50	+ 3,38
	Paris	+ 2,33	+ 2,25	+ 1,82	+ 1,83	+ 1,64
N.-E.	Dorpat	+ 2,14	+ 2,71	+ 6,86	+ 7,98	+ 6,20
	Paris	+ 0,21	+ 0,17	+ 0,73	+ 0,20	— 0,15
E.	Dorpat	+ 2,01	+ 0,99	+ 3,44	+ 3,74	+ 2,30
	Paris	— 2,51	— 2,56	— 2,11	— 3,39	— 2,88
S.-E.	Dorpat	+ 1,24	+ 2,05	+ 1,35	+ 1,38	+ 1,35
	Paris	— 3,59	— 4,23	— 3,70	— 3,44	— 3,09
S.	Dorpat	— 1,80	— 2,77	— 4,15	— 3,72	— 1,56
	Paris	— 5,02	— 5,64	— 4,44	— 3,87	— 2,24
S.-O.	Dorpat	— 0,59	— 1,13	— 5,50	— 7,15	— 4,99
	Paris	+ 1,53	+ 1,54	+ 1,86	+ 1,26	+ 0,93
O.	Dorpat	— 0,29	+ 0,45	— 0,18	— 0,90	— 0,77
	Paris	+ 1,74	+ 3,18	+ 2,75	+ 2,18	+ 0,65
N.-O.	Dorpat	+ 0,54	— 1,13	— 0,99	+ 0,83	+ 0,29
	Paris	+ 3,79	— 4,64	+ 4,21	+ 2,71	+ 1,16
Calme.	Dorpat	— 3,23	— 1,31	+ 0,34	— 1,71	— 1,08
	Paris	+ 0,83	+ 1,78	+ 1,09	+ 1,39	+ 3,17

» Je ne veux pas parler des anomalies apparentes que quelques vents, le nord, le nord-ouest et le sud, nous montrent. Ce n'est que par la construction des lignes iso-barométriques que ces anomalies sont expliquées; mais prenez les nombres du jour de l'observation, dans le jour où il souffle un vent du nord-est ou de l'est, la théorie des vents demande alors un vent

de Dorpat vers Paris et le contraire doit arriver dans les vents de sud-ouest et de l'ouest.

» Ces nombres sont des moyennes, mais très-souvent il arrive que les différences sont bien plus grandes et le mois de mars de cette année nous en donne une preuve; les anomalies dans la hauteur du baromètre s'étendent bien au delà des frontières de l'Europe dans le commencement du mois. Dans le tableau suivant je donne pour chaque direction du vent l'excès moyen de la hauteur barométrique sur la pression moyenne du mois. Les résultats sont exprimés en millimètres.

	N.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Dorpat	+11,5	+20,2	+ 3,6	− 8,5	− 1,4	− 1,0	+ 1,1
Constantinople	− 1,0	+ 3,3	+ 0,4	− 4,4	+ 0,8	+ 4,7	+ 1,6
Rome	− 2,9	− 7,4	− 1,5	− 8,4	+ 0,3	+ 4,8	+ 6,2
Vienne	+ 0,8	− 7,2	− 2,0	−11,0	+ 2,0	+ 3,7	+ 3,2
Alger	− 5,2	− 7,8	+ 2,9	− 8,1	+ 1,9	+ 2,2	+ 2,8
Turin	+ 1,8	− 9,8	− 1,1	−10,3	+ 2,8	+ 3,1	+ 6,2
Genève	− 4,4	−10,3	− 0,2	− 8,7	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,1
Riga	+10,8	+15,7	+ 1,2	−10,6	+ 1,9	+ 0,3	+ 3,0
Lyon	− 5,8	−10,6	− 1,1	− 8,0	+ 1,7	+ 2,5	+ 5,7
Madrid	− 8,1	−13,4	+ 6,1	− 5,8	+ 1,7	+ 2,1	+ 2,8
Strasbourg	− 1,2	−10,1	− 0,3	−10,2	+ 2,0	+ 4,3	+ 6,1
Bayonne	−10,4	−17,0	+ 6,4	− 5,6	+ 2,6	+ 1,5	+ 2,4
Lisbonne	−11,0	−21,8	+ 8,9	− 3,0	+ 1,6	+ 2,7	+ 1,1
Napoléon-Vendée	− 8,8	−17,2	+ 4,6	− 6,6	+ 2,3	+ 1,7	+ 5,8
Paris	− 4,2	−11,8	− 0,1	− 9,7	+ 2,0	+ 4,0	+ 6,3
Bruxelles	− 0,1	− 9,0	− 2,8	−12,6	+ 1,5	+ 6,9	+ 8,2
Brest	− 7,6	−15,0	+ 2,7	− 5,9	+ 1,7	+ 1,4	+ 6,0
Hambourg	+ 8,5	+ 1,0	− 3,5	−16,6	+ 1,5	+ 4,1	+ 7,6

M. Vattemare transmet, au nom de *M. Field,* directeur général de la Compagnie du télégraphe transatlantique, divers documents et cartes relatifs au but et aux travaux de cette Société. Il y joint un échantillon du câble qui doit être submergé.

M. Gallo envoie de Turin le IIe volume de son « Introduction à la Mécanique et à la Philosophie de la nature ». Ce volume est renvoyé, ainsi que l'avait été le Ier, à l'examen de M. Babinet, avec invitation d'en faire l'objet d'un Rapport verbal.

L'auteur a joint à ce volume une Note manuscrite dont il prie l'Académie de vouloir bien autoriser l'insertion au *Compte rendu*.

Cette Note étant extraite d'un ouvrage publié en français, sous le titre

de « Théorie antagoniste d'attraction et de répulsion » (voir les *Comptes rendus hebdomadaires*, tome XXXVIII, pages 696 et 893), l'Académie ne peut, d'après les règles qu'elle s'est imposées relativement aux ouvrages imprimés en langue française, accéder à la demande de M. Gallo.

M. **Nourrigat** annonce qu'il vient de publier sur la maladie des vers à soie un opuscule qui contient la substance de trois Mémoires successivement adressés par lui. Il envoie six exemplaires de cet opuscule destinés aux différents Membres de la Commission chargée de s'occuper de ce sujet.

Ces exemplaires ne sont pas encore parvenus à l'Académie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie et Géologie présente, par l'organe de son doyen M. **Cordier**, la liste suivante de candidats pour la première des deux places vacantes de Correspondant :

En première ligne.	M. **Sedgwick**,	à Cambridge.
En deuxième ligne.	M. **Lyell**,	à Londres.
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique.* . . .	M. **Boué**,	à Vienne.
	M. **de Dechen**,	à Bonn.
	M. **Domeyko**,	à Valparaiso.
	M. **Hitchcock**,	à Amherst College (États-Unis d'Amérique).
	M. **Jackson**,	à Boston (Ét.-Un. d'Am.).
	M. **Logan**,	au Canada.
	M. **Naumann**,	à Gœttingue.
	M. **Sismonda**,	à Turin.
	M. **Studer**,	à Berne.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levé à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 17 mai les ouvrages dont voici les titres :

Cours d'électro-physiologie professé à l'université de Pise en 1856; *par* M. CH. MATTEUCCI. Paris, 1858; in-8°.

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance de la Commission d'hygiène hippique, et publié par ordre du Ministre Secrétaire d'État au département de la Guerre; avec des documents administratifs sur les remontes de l'armée. T. VIII. Paris, 1857; in-8°.

Des inondations. Examen des moyens proposés pour en prévenir le retour; par M. J. DUPUIT. Paris, 1858; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences; par M. Émile FERNET. Paris, 1858; in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1856-57. Rouen, 1857; in-8°.

Memoirs... *Mémoires de la Société royale Astronomique de Londres;* vol. XXVI. Londres, 1858; in-4°.

Monthly notices... *Notices mensuelles de la Société royale Astronomique de Londres,* de novembre 1856 à juillet 1857; vol. XVII. Londres, 1857, in-8°.

The journal... *Journal de la Société royale de Géographie de Londres,* vol. XXVII; in-8°.

Astronomical... *Observations astronomiques faites à l'observatoire royal d'Edimbourg; par* M. Ch. PIAZZI SMYTH; vol XI, 1849-54. Édimbourg, 1857; in-4°.

Chart... *Carte indiquant la communication télégraphique projetée entre Terre-Neuve et l'Irlande : route des bateaux à vapeur entre l'Europe et l'Amérique : glaces* (Ice Fields) *dans la partie boréale de l'océan Atlantique.*

Map... *Carte indiquant la route à suivre pour abréger le temps du trajet dans les communications entre l'Europe et l'Amérique, en faisant de Saint-Jean de Terre-Neuve un port d'appel pour les bateaux transatlantiques.*

Atlantic... *Compagnie du télégraphe atlantique. Rapport des directeurs fait dans l'assemblée générale des actionnaires, le* 18 *février* 1858; br. in-8°.